

# Fuel supply system for an internal combustion engine, especially a motor vehicle

**Patent number:** DE19903272

**Publication date:** 2000-08-03

**Inventor:** REMBOLD HELMUT (DE); GROB FERDINAND (DE);  
BAUER HARTMUT (DE); MAIENBERG UWE (DE);  
SCHERRBACHER KLAUS (DE)

**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)

**Classification:**

- **International:** F02M63/00; F02M37/00; F02N17/00

- **European:** F02M37/04; F02M63/02C

**Application number:** DE19991003272 19990128

**Priority number(s):** DE19991003272 19990128

**Also published as:**



WO0045047 (A1)

EP1149239 (A1)

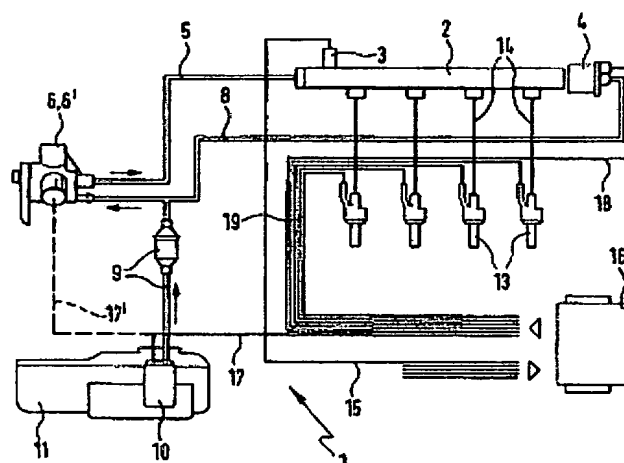
US6712044 (B1)

EP1149239 (B1)

[Report a data error here](#)

## Abstract of DE19903272

The invention relates to a fuel supply system (1) for an internal combustion engine, especially a motor vehicle, which is provided with a pressure accumulator (2) and a pump (6, 6', 10). Said pump (6, 6', 10) is used to convey fuel to the pressure accumulator (2). The pump (6, 6') is able to generate enough pressure in the pressure accumulator (2) for the injection process within a short period of time, especially within fewer revolutions of the internal combustion engine.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**Offenlegungsschrift**  
**DE 199 03 272 A 1**

Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 M 63/00**  
F 02 M 37/00  
F 02 N 17/00

**21** Aktenzeichen: 199 03 272.6  
**22** Anmeldetag: 28. 1. 1999  
**43** Offenlegungstag: 3. 8. 2000

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

**(72) Erfinder:**  
Rembold, Helmut, 70435 Stuttgart, DE; Grob,  
Ferdinand, 74354 Besigheim, DE; Bauer, Hartmut,  
70839 Gerlingen, DE; Maienberg, Uwe, 70180  
Stuttgart, DE; Scherrbacher, Klaus, 71701  
Schwieberdingen, DE

**⑤⑥ Entgegnungen:**

DE	197 53 155 A1
DE	33 04 605 A1
WO	97 08 456 A1

**OMORI, Toshihiko et al.: New Electronically Controlled Fuel Injection System ECD-U2 for Clean Diesel Engines, In: AVL Tagung "Motor und Umwelt"**

**1992;**  
**SCHNEIDER, Wolfgang et al.:**  
**Hochdruckeinspritzung**

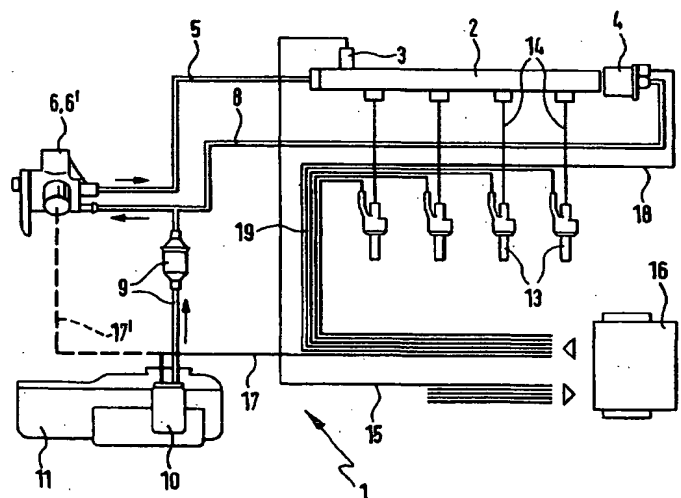
und Abgaszirkulation im kleinen schnelllaufenden Dieselmotor mit direkter Einspritzung, In: MTZ Motortechnische Zeitschrift 54,1993,11,S.588-599;  
Bosch Technische Unterrichtung:  
Benzineinspritzung  
elektronisch gesteuert, 1. Aufl., 21.Mai 1972, VDT UBE 761/1, (5.72), S. 8, 9;  
HOFFMANN, Karl-Heinz et al.: Das Common-Rail-Einspritzsystem- ein neues Kapitel der Dieseleinspritztechnik, In: MTZ Motortechnische Zeitschrift 58/1997, 10, S. 572- 582; \*

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

**Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt**

**⑤4 Kraftstoffversorgungssystem für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs**

(57) Es ist ein Kraftstoffversorgungssystem (1) für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs beschrieben, das mit einem Druckspeicher (2) und einer Pumpe (6, 6', 10) versehen ist. Mit der Pumpe (6, 6', 10) kann dem Druckspeicher (2) Kraftstoff zugeführt werden. Von der Pumpe (6, 6') kann innerhalb einer geringen Zeitdauer, insbesondere innerhalb weniger Umdrehungen der Brennkraftmaschine, ein für die Einspritzung ausreichender Druck in dem Druckspeicher (2) erzeugt werden.



**DE 199 03 272 A 1**

**DE 199 03 272 A 1**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffversorgungssystems für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff von einer Pumpe in einen Druckspeicher gepumpt und von Einspritzventilen direkt in die Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Des weiteren betrifft die Erfindung ein Kraftstoffversorgungssystem für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs mit einem Druckspeicher und einer Pumpe, mit der dem Druckspeicher Kraftstoff zuführbar ist, und mit Einspritzventilen, mit denen Kraftstoff direkt in die Brennkraftmaschine einspritzbar ist.

An eine Brennkraftmaschine beispielsweise eines Kraftfahrzeugs werden immer höhere Anforderungen im Hinblick auf eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der erzeugten Abgase bei einer gleichzeitig erwünschten erhöhten Leistung gestellt. Zu diesem Zweck sind moderne Brennkraftmaschinen mit einem Kraftstoffversorgungssystem versehen, bei dem die Zuführung von Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine elektronisch, insbesondere mit einem rechnergestützten Steuergerät, gesteuert und/oder geregelt wird.

Bei der sogenannten Benzin-Direkteinspritzung ist es erforderlich, daß der Kraftstoff unter Druck in den Brennraum eingespritzt wird. Zu diesem Zweck ist ein Druckspeicher vorgesehen, in den der Kraftstoff mittels einer Pumpe gepumpt und unter einen hohen Druck gesetzt wird. Von dort wird der Kraftstoff dann über Einspritzventile in die Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt.

Beim Starten der Brennkraftmaschine ist der vorgenannte hohe Druck zumeist nicht oder zumindest nicht sofort vorhanden. Das Starten der Brennkraftmaschine muß deshalb gesondert gesteuert und/oder geregelt werden. Dabei sind die bereits erwähnten Randbedingungen wie z. B. geringer Schadstoffausstoß zu erfüllen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffversorgungssystems für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, mit dem ein möglichst optimales Starten der Brennkraftmaschine durchführbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren bzw. einem Kraftstoffversorgungssystem der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß von der Pumpe innerhalb einer geringen Zeitdauer, insbesondere innerhalb weniger Umdrehungen der Brennkraftmaschine ein für die Einspritzung ausreichender Druck in dem Druckspeicher erzeugt wird. Damit ist es möglich, daß keine aufwendigen Steuerungen und/oder Regelungen für das Starten der Brennkraftmaschine erforderlich sind. Stattdessen kann die Brennkraftmaschine im wesentlichen sofort entsprechend ihrem Normalbetrieb gesteuert und/oder geregelt werden. Die Erfindung ermöglicht also ein Starten der Brennkraftmaschine unter Bedingungen, die dem Normalbetrieb der Brennkraftmaschine entsprechen.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird der ausreichende Druck innerhalb weniger Umdrehungen nach dem Starten der Brennkraftmaschine erzeugt. Damit wird das Starten der Brennkraftmaschine mittels der Steuerung und/oder Regelung entsprechend dem Normalbetrieb weiter verbessert.

Bei einer ersten vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Pumpe mit der Brennkraftmaschine gekoppelt, und es wird die Brennkraftmaschine mit einer Drehzahl im Bereich der Leerlaufdrehzahl gestartet. Zu diesem Zweck ist der Anlasser vorzugsweise als sogenannter Starter-Generator ausgebildet. Durch das schnelle Erreichen der Leerlauf

drehzahl wird erreicht, daß der für den Normalbetrieb erforderliche Druck im Druckspeicher möglichst sofort vorhanden ist.

Bei einer zweiten vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird eine elektrische Pumpe zur Erzeugung des Drucks verwendet. Diese elektrische Pumpe kann vorzugsweise zusammen mit der Zündung und damit vorzugsweise vor dem Anlasser eingeschaltet werden. Damit kann von der elektrischen Pumpe der für den Normalbetrieb erforderliche Druck in dem Druckspeicher bis zum eigentlichen Anlaßvorgang aufgebaut werden.

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf einem Rechengert, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so daß dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungssystems, und

Fig. 2 zeigt ein schematisches Zeitdiagramm zu einem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben des Kraftstoffversorgungssystems der Fig. 1.

In der Fig. 1 ist ein Kraftstoffversorgungssystem 1 dargestellt, das zur Verwendung in einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Bei dem Kraftstoffversorgungssystem 1 handelt es sich um ein sogenanntes Common-Rail-System, das insbesondere bei einer Brennkraftmaschine mit Benzin-Direkteinspritzung zur Anwendung kommt.

Das Kraftstoffversorgungssystem 1 weist einen Druckspeicher 2 auf, der mit einem Drucksensor 3 und einem Drucksteuerventil (DSV) 4 versehen ist. Der Druckspeicher 2 ist über eine Druckleitung 5 mit einer mechanischen Hochdruckpumpe 6 verbunden. Die Hochdruckpumpe 6 ist mit der Brennkraftmaschine gekoppelt und erzeugt einen Hochdruck bei sich drehender Brennkraftmaschine. Die Hochdruckpumpe 6 ist über eine Druckleitung 8 an das Drucksteuerventil 4 angeschlossen. Über eine Druckleitung 9 und ein Filter ist das Drucksteuerventil 4 und damit auch die Hochdruckpumpe 6 mit einer elektrischen Kraftstoffpumpe 10 verbunden, die dazu geeignet ist, Kraftstoff aus einem Kraftstoffbehälter 11 anzusaugen. Die elektrische Kraftstoffpumpe 10 erzeugt einen Druck, sobald eine Spannung an ihr anliegt. Dies ist zumindest kurzzeitig der Fall, wenn die Zündung des Kraftfahrzeugs eingeschaltet ist.

Das Kraftstoffversorgungssystem 1 weist vier Einspritzventile 13 auf, die über Druckleitungen 14 mit dem Druckspeicher 2 verbunden sind. Die Einspritzventile 13 sind dazu

geeignet, Kraftstoff in entsprechende Brennräume der Brennkraftmaschine einzuspritzen.

Mittels einer Signalleitung 15 ist der Drucksensor 3 mit einem Steuergerät 16 verbunden, an das des weiteren eine Mehrzahl anderer Signalleitungen als Eingangsleitungen angeschlossen sind. Mittels einer Signalleitung 17 ist die Kraftstoffpumpe 10 und über eine Signalleitung 18 ist das Drucksteuerventil 4 mit dem Steuergerät 16 verbunden. Des weiteren sind die Einspritzventile 13 mittels Signalleitungen 19 an das Steuergerät 16 angeschlossen.

Im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine wird der Kraftstoff von der Kraftstoffpumpe 10 aus dem Kraftstoffbehälter 11 zu der Hochdruckpumpe 6 gepumpt. Mit Hilfe der Hochdruckpumpe 6 wird in dem Druckspeicher 2 ein Druck erzeugt, der von dem Drucksensor 3 gemessen wird und durch eine entsprechende Betätigung des Drucksteuerventils 4 und/oder Steuerung der Kraftstoffpumpe 10 auf einen gewünschten Wert gesteuert und/oder geregelt werden kann. Über die Einspritzventile 13 wird dann der Kraftstoff in die Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt.

Für die Bemessung der in den jeweiligen Brennraum einzuspritzenden Kraftstoffmenge ist unter anderem der Druck in dem Druckspeicher 2 wesentlich. Je größer der Druck in dem Druckspeicher 2 ist, desto mehr Kraftstoff wird während derselben Einspritzzeit in den Brennraum eingespritzt. Dieser Druck in dem Druckspeicher 2 kann von dem Steuergerät 16 gesteuert und/oder geregelt werden.

Hierzu steuert das Steuergerät 16 beispielsweise das Drucksteuerventil 4 in seinen geschlossenen Zustand, so daß die Hochdruckpumpe 6 und Kraftstoffpumpe 10 einen immer weiter ansteigenden Druck in dem Druckspeicher 2 erzeugen. Dieser ansteigende Druck kann von dem Drucksensor 3 gemessen werden.

Ebenfalls ist es möglich, daß das Steuergerät 16 die Drehzahl der Kraftstoffpumpe 10 erhöht, was zu einer erhöhten Förderleistung der Kraftstoffpumpe 10 führt und einen erhöhten Druck in dem Druckspeicher 2 zur Folge hat. Das Ansteigen dieses Drucks und damit das Ansteigen der Drehzahl bzw. der Förderleistung der Kraftstoffpumpe 10 kann ebenfalls über der Drucksensor 3 ermittelt werden.

Zum Starten der Brennkraftmaschine müssen eine Mehrzahl von besonderen Randbedingungen berücksichtigt werden. Dies wird durch das folgende, anhand der Fig. 2 dargestellte Verfahren von dem Steuergerät 16 durchgeführt. Dabei können die einzelnen Schritte des Verfahrens z. B. als Module eines Programms oder dergleichen in dem Steuergerät 16 realisiert sein.

Vor einem in der Fig. 2 gezeigten Zeitpunkt t1 ist die Zündung der Brennkraftmaschine noch nicht eingeschaltet und der Anlasser der Brennkraftmaschine noch nicht betätigt.

In dem Zeitpunkt t1 wird die Zündung der Brennkraftmaschine eingeschaltet, der Anlasser führt jedoch noch keine Drehbewegung aus. Dies ist gleichbedeutend damit, daß ein Benutzer des Kraftfahrzeugs die Brennkraftmaschine starten will, die Brennkraftmaschine aber noch keine Drehbewegung ausführt. Ab dem Zeitpunkt t1 bis zum Zeitpunkt t2 bleibt die Zündung eingeschaltet und der Anlasser noch nicht betätigt. In dem Zeitraum zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 bzw. bleibt das Drucksteuerventil 4 geschlossen. Hierzu wird ein vorzugsweise konstantes Taktverhältnis K über die Signalleitung 18 an das Drucksteuerventil 4 gegeben.

Im Zeitpunkt t2 der Fig. 2 versetzt der Anlasser die Brennkraftmaschine in eine Drehbewegung. Bei dem Anlasser handelt es sich vorzugsweise um einen sogenannten Starter-Generator oder dergleichen. Die Drehzahl N der Brennkraftmaschine wird ungleich Null und steigt schnell an. Der Anlasser erreicht innerhalb einer geringen Zeit-

dauer, vorzugsweise innerhalb weniger Umdrehungen der Brennkraftmaschine etwa die Leerlaufdrehzahl NL der Brennkraftmaschine.

Nach dem Zeitpunkt t2 wird ein Taktverhältnis N über die Signalleitung 18 an das Drucksteuerventil 4 gegeben, das entsprechend einem Normalbetrieb der Brennkraftmaschine erzeugt wird. Dieser Normalbetrieb wurde bereits erläutert. Aufgrund der nach wenigen Umdrehungen des Anlassers bereits vorhandenen Leerlaufdrehzahl der Brennkraftmaschine wird in dem Druckspeicher 2 sofort ein hoher Druck erzeugt. Bei diesem hohen Druck führt die Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine entsprechend dem Normalbetrieb zu einem Starten der Brennkraftmaschine.

Sobald die Brennkraftmaschine aufgrund der ausgeführten Einspritzungen von Kraftstoff in die Brennräume derselben aus eigener Kraft eine Drehbewegung ausführt, steigt die Drehzahl N der Brennkraftmaschine weiter an. Die Brennkraftmaschine ist gestartet.

Insgesamt ergibt sich damit der folgende Startvorgang der Brennkraftmaschine:

Vor dem Zeitpunkt t1, also vor dem Einschalten der Zündung und vor dem Starten des Anlassers, kann das Drucksteuerventil 4 in irgendeinem Zustand geöffnet oder geschlossen sein.

Im Zeitpunkt t1, also sobald die Zündung des Kraftfahrzeugs eingeschaltet wird, wird das Drucksteuerventil geschlossen. Dieser Zustand wird bis zum Zeitpunkt t2 beibehalten, also bis der Anlasser betätigt wird. Damit ist der Druck in dem Druckspeicher 2 in diesem Zeitraum abhängig von dem vor dem Zeitpunkt t1 vorhandenen Druck sowie von dem von der elektrischen Kraftstoffpumpe 10 erzeugten Druck.

Ab dem Zeitpunkt t2, also bei eingeschalteter Zündung und sich drehendem Anlasser, wird das Drucksteuerventil 4 entsprechend einem Normalbetrieb der Brennkraftmaschine gesteuert und/oder geregelt. Die elektrische Kraftstoffpumpe 10 ist eingeschaltet. Aufgrund der Leerlaufdrehzahl des Anlassers kommt die Hochdruckpumpe 6 im wesentlichen sofort voll zur Wirkung. Damit ist der Druck in dem Druckspeicher 2 ab dem Zeitpunkt t2 weitgehend von der Hochdruckpumpe 6 abhängig. Der Druck in dem Druckspeicher 2 erreicht damit nahezu sofort seinen im Normalbetrieb vorhandenen Wert, so daß der für die Einspritzung von Kraftstoff über die Einspritzventile 13 in die Brennräume der Brennkraftmaschine erforderliche Druck ebenfalls nahezu sofort vorhanden ist.

Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung ist keine mit der Brennkraftmaschine gekoppelte, mechanische Hochdruckpumpe 6 vorhanden, sondern eine elektrische Hochdruckpumpe 6'. Diese elektrische Hochdruckpumpe 6' ist über die in der Fig. 1 gestrichelt dargestellte Signalleitung 17' mit dem Steuergerät 16 verbunden.

Im Zeitpunkt t1 der Fig. 2 wird nicht nur die elektrische Kraftstoffpumpe 10, sondern auch die elektrische Hochdruckpumpe 6' eingeschaltet. Das Drucksteuerventil 4 ist durch das Taktverhältnis K geschlossen. Damit wird von der Hochdruckpumpe 6' ein Druck in dem Druckspeicher 2 aufgebaut. Die elektrische Hochdruckpumpe 6' ist derart ausgebildet und dimensioniert, daß innerhalb einer geringen Zeitdauer, vorzugsweise innerhalb von wenigen Umdrehungen der Brennkraftmaschine bereits der für die Einspritzung von Kraftstoff in die Brennräume der Brennkraftmaschine ausreichende Druck in dem Druckspeicher 2 vorhanden ist.

Wird der Anlasser im Zeitpunkt t2, also nach einer gewissen Zeitdauer nach dem Zeitpunkt t1 eingeschaltet, so ist im Druckspeicher 2 der für den Normalbetrieb erforderliche Druck vorhanden. Das Drucksteuerventil 4 wird damit mit dem Taktverhältnis N entsprechend dem Normalbetrieb ge-

steuert und/oder geregelt.

Selbst wenn der Anlasser zusammen mit der Zündung des Kraftfahrzeugs eingeschaltet wird, selbst wenn also die Zeitpunkte t1 und t2 zusammenfallen, so erreicht der Druck in dem Druckspeicher 2 schon nach wenigen Umdrehungen der Brennkraftmaschine, also nahezu sofort seinen im Normalbetrieb vorhandenen Wert. Die Brennkraftmaschine kann damit auch in diesem Fall ab dem Zeitpunkt t2 im Normalbetrieb betrieben werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffversorgungssystems (1) für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff von einer Pumpe (6, 6', 10) in einen Druckspeicher (2) gepumpt und von Einspritzventilen (13) direkt in die Brennkraftmaschine eingespritzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß von der Pumpe (6, 6') innerhalb einer geringen Zeitdauer, insbesondere innerhalb weniger Umdrehungen der Brennkraftmaschine ein für die Einspritzung ausreichender Druck in dem Druckspeicher (2) erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der ausreichende Druck sofort nach dem Starten der Brennkraftmaschine erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2; dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (6) mit der Brennkraftmaschine gekoppelt ist, und daß die Brennkraftmaschine mit einer Drehzahl im Bereich der Leerlaufdrehzahl (NT) gestartet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine elektrische Pumpe (6') zur Erzeugung des Drucks verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Pumpe (6') zusammen mit der Zündung eingeschaltet wird.
6. Elektrisches Steuerelement, insbesondere Read-Only-Memory, für ein Steuergerät (16) einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, auf dem ein Programm abgespeichert ist, das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 geeignet ist.
7. Kraftstoffversorgungssystem (1) für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs mit einem Druckspeicher (2) und einer Pumpe (6, 6', 10), mit der dem Druckspeicher (2) Kraftstoff zuführbar ist, und mit Einspritzventilen (13), mit denen Kraftstoff direkt in die Brennkraftmaschine einspritzbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß von der Pumpe (6, 6') innerhalb einer geringen Zeitdauer, insbesondere innerhalb weniger Umdrehungen der Brennkraftmaschine ein für die Einspritzung ausreichender Druck in dem Druckspeicher (2) erzeugbar ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

60

65

- Leerseite -

